

# Du danger des nanotechnologies

**Pourquoi parler des nanotechnologies ? Et qu'ont-elles à voir avec les droits de l'Homme ? Voici un éclairage utile sur ces technologies de l'infiniment petit, dont les implications futures restent encore mal cernées.**

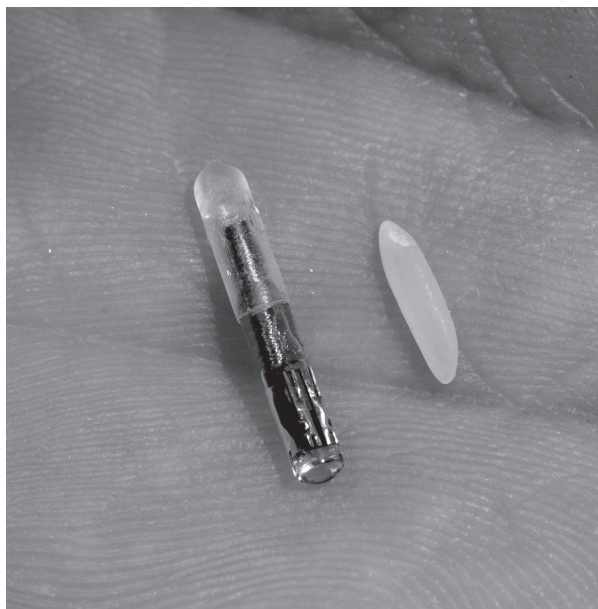
Jean-Claude VITRAN, responsable du groupe « Libertés et TIC [Technologies de l'information et de la communication] »

Il faut affirmer aux sceptiques que les nanotechnologies ne sont plus du domaine de la science-fiction. Un certain nombre d'entre elles sont déjà présentes dans les produits que nous consommons et le développement de l'ensemble des filières est de l'ordre de dix à vingt ans. Les scientifiques nous disent qu'elles seront la prochaine révolution industrielle et qu'elles vont changer le monde. En effet selon eux, grâce aux nanotechnologies, l'Homme pourra :

- éliminer la pollution et rendre à la terre sa virginité,
- éradiquer la faim dans le monde,
- vaincre toutes les maladies,
- améliorer les performances humaines, etc.

Mais toutes les avancées humaines prometteuses ont un revers, car elles sont surtout un puissant moteur de développement industriel et génèrent des profits importants. Ce pactole ne manque pas d'attirer les grands groupes agroalimentaires, les entreprises militaro-industrielles, les laboratoires médicaux qui sont prompts à faire miroiter les bienfaits en omettant, jusqu'au mensonge, de parler des risques pour l'instant mal cernés. Ces principaux risques sont :

- du domaine de l'intégrité de l'Homme, car améliorer les per-



**Il est bien prévu une neutralisation de chaque RFID, mais comment neutraliser toutes les RFID si un jour elles sont à la taille nanométrique, et donc invisibles ?**

formances humaines n'est pas sans conséquences. L'amélioration peut conduire à la transformation volontaire ou contrainte de l'individu, et à un profilage biométrique permanent ;

- dans le champ du contrôle social, car les applications multiples liées à la miniaturisation - des RFID de la taille de la poussière, par exemple -, croisées à l'informatique, peuvent faire redouter une société de surveillance totale où les moindres faits et gestes d'un individu sont épiés et enregistrés.

Les éléments de cet exposé ne sont pas destinés à condamner a priori les nanotechnologies, qui, bien utilisées, peuvent réduire les inégalités planétaires, mais à permettre aux citoyens de se faire une juste idée des enjeux, d'ouvrir un débat et d'agir en amont sur les pouvoirs publics afin d'être impliqués dans les décisions.

## Les nanotechnologies, c'est quoi ?

« Nano » vient du grec qui signifie « nain ». Un nanomètre équivaut à  $10^{-9}$  mètres. « Nanotechnologies » est le nom donné aux techniques de manipulation de la matière au niveau de l'atome et des molécules. Son but - et elle y arrive -, est d'avoir un contrôle précis et individuel des atomes. Richard Feynman, prix Nobel de physique, pensait que les lois de la physique quantique autorisaient la manipulation et le positionnement, direct et contrôlé, des atomes et des molécules, individuellement. Qu'il était tout à fait possible de manipuler, comme briques de construction d'un Lego, les constituants élémentaires de la matière, atome par atome.

Les nanotechnologies, technologies de l'infiniment petit, nous lancent de grands défis. Cette

# ACTUALITÉ

## Sciences

technologie engendrera des bouleversements d'une ampleur difficilement prévisible aujourd'hui, aussi bien dans les domaines techniques, économiques et sociaux.

Un programme national américain, la NNI (National Nanotechnology Initiative) décrit, pour obtenir des financements, les nanotechnologies comme apportant la solution à tout, aux problèmes de santé, de la faim dans le monde, de la sécurité, de la réparation de l'environnement, de la croissance économique...

En outre, tous les programmes américains qui financent la recherche en nanomédecine ont explicitement affiché que l'objectif n'était plus seulement de réparer l'homme malade mais également d'améliorer l'homme sain, d'améliorer ses performances physiques et mentales.

Le domaine particulier des nanotechnologies qui oblige à une recherche radicalement nouvelle et de nature transdisciplinaire a créé le concept de « *convergence* », illustré par le terme NBIC - convergence entre les Nanotechnologies, les Biotechnologies, les sciences de l'Information et les sciences Cognitives.

Les nanotechnologies suscitent un intérêt croissant. Les pays industrialisés investissent massivement : 8,4 milliards de dollars en 2004. La France est en sixième position avec 187 millions de dollars. La Silicon Valley française en matière de nanotechnologies se situe à Grenoble. Elles forment un secteur stratégique en croissance rapide, à potentiel de développement économique important dans plusieurs directions - l'informatique, l'optique, les télécommunications, la biométrie, la chimie, la médecine, la cognition.

L'impact des nanotechnologies sur l'économie est très prometteur car les applications industrielles sont nombreuses et concernent des domaines très variés. A l'horizon 2015, 15 % de l'activité manu-

**Les applications multiples liées à la miniaturisation - des RFID de la taille de la poussière, par exemple-, croisées à l'informatique, peuvent faire redouter une société de surveillance totale où les moindres faits et gestes d'un individu sont épiés et enregistrés.**



facturière mondiale serait concernée par des dispositifs ou des matériaux utilisant des avancées nanotechnologiques. En 2008, le marché mondial est estimé à 450 milliards d'euros. Il pourrait doubler en 2015. En France, pour 2007, l'effort public a été de 280 millions d'euros, mais le 24 septembre 2008 le Premier ministre, en déplacement à Grenoble, a annoncé que l'Etat soutiendrait la filière nanométrique à hauteur de 565 millions d'euros par an, dans les cinq ans qui viennent.

### Une application sur de multiples terrains

On trouve plusieurs applications aux nanotechnologies :

- Du point de vue de l'informatique et de l'audiovisuel. Les futurs concepts d'enregistrements nanotechnologiques devraient combiner divers avantages : très grande capacité de stockage, rapidité d'accès et conservation des données sans alimentation

constante. Grâce aux nanotechnologies, un seul appareil de la taille d'une carte de crédit fera office de magnétophone, d'appareil photo, de magnétoscope, de télévision, de téléphone mobile, de GPS, de traducteur... et de carte de crédit. Les RFID de génération nanométrique seront réduites à la taille de *poussières intelligentes*.

- Du point de vue médical. C'est le rêve le plus audacieux, peut-être le plus dangereux, de la partie NB (Nanotechnologies, Biotechnologies) de la convergence NBIC : la création de la vie artificielle.

La virologie a récemment synthétisé le virus de la poliomyélite et le virus de la pandémie grippale de 1918, et rien ne s'oppose à la création de virus entièrement artificiels.

Mais il s'agit aussi de la lutte contre le cancer, le sida, les maladies génétiques rares, l'utilisation d'implants bioactifs et d'outils de diagnostic miniaturisés.



*Le développement des nanotechnologies n'est pas sans rappeler le développement des OGM : le discours portait sur la lutte contre la faim dans le monde, mais la mise sur le marché concernait avant tout les objectifs de rentabilité des grandes entreprises agro-alimentaires.*

© IPCMS

● Du point de vue militaire. Nanocapteurs, poussières de détection intelligentes, microdromes, armes chimiques et bactériologiques micro-encapsulées, micro-munitions, etc.

● Du point de vue des matériaux. Les nanomatériaux constituent les « briques de base » des produits manufacturés. Ils confèrent aux produits manufacturés composés ou constitués de nano-objets les propriétés spécifiques à la dimension nanométrique. Ils se présentent sous la forme de particules libres ou fixées, de fibres ou de tubes, de cristaux ou de lamelles, et connaissent actuellement un développement remarquable dans le domaine des nanotubes de carbone (écrans plats d'ordinateurs).

Il reste que certaines questions, qu'il est légitime de se poser, restent en suspens : que sait-on aujourd'hui des effets des nanotechnologies sur la santé et l'environnement ? Que devien-

nent-elles, après que le produit a achevé son cycle de vie ? Sont-elles biodégradables ?

Certaines nanoparticules sont produites par l'industrie depuis plusieurs années déjà, il existe cependant peu d'études portant sur la toxicité de ces produits. Aujourd'hui, au niveau mondial, on trouve des nanoparticules dans plus de 550 produits de consommation courante, sans étiquetage particulier : oxyde de titane pour des crèmes solaires, cosmétiques, produits d'entretien, farts de skis, textiles, carburants, peintures, particules de silices pour les pneumatiques, encre pour imprimantes, et même certains aliments, silice colloïdale dans le chocolat en poudre pour empêcher la formation des grumeaux.

Le développement des nanotechnologies n'est pas sans rappeler le développement des OGM : le discours portait sur la lutte contre la faim dans le monde, mais la mise

sur le marché concernait avant tout les objectifs de rentabilité des grandes entreprises agro-alimentaires. Il y a un manque de recherche fondamentale au profit de la recherche marchande, ou, plus préoccupant encore, recherche non rendue publique. Au niveau mondial, en 2005, pour 10 milliards d'euros consacrés à la recherche-développement, seulement 40 millions d'euros l'ont été pour la recherche sur les effets secondaires éventuels.

### **Des technologies non sans risques**

Un certain nombre de dangers touchant aux nanotechnologies peuvent être identifiés, se situant sur divers terrains :

#### ● Dangers pour la santé :

Certains scientifiques font le rapprochement entre les impacts éventuels sur la santé humaine des nanotubes de carbone et l'amiante. Se présentant sous forme de fibres, les nanotubes de carbone pourraient pénétrer dans les poumons et venir se stocker dans les alvéoles pulmonaires.

Certains chercheurs ont mis en évidence des dangers de ces technologies dans la chaîne alimentaire.

Il sera également possible de fabriquer des nanovirus, ciblés pour tuer, beaucoup plus efficacement que les virus naturels, sur des personnes précises, sur des groupes de populations.

#### ● Dangers au regard des droits de l'Homme :

On note l'atteinte à la vie privée que pourrait permettre la généralisation des applications liées à la sécurité au sens large (alimentaire, du territoire, des personnes, etc.) et notamment des RFID nanométriques qui seraient combinées à Internet. Ces étiquettes électroniques posent la question du stockage et de l'usage des informations personnelles. Il est bien prévu une neutralisation de chaque RFID, mais comment neutraliser toutes les RFID si un

*Au niveau mondial, en 2005, pour 10 milliards d'euros consacrés à la recherche-développement, seulement 40 millions d'euros l'ont été pour la recherche sur les effets secondaires éventuels.*

jour elles sont à la taille nanométrique, et donc invisibles ?

### ● Problèmes éthiques :

Les nanotechnologies peuvent être à la source d'une remise en cause de la société elle-même, soulevant en cela de nombreux problèmes éthiques.

La multiplication des nombreuses applications « médicales » pourraient transformer l'Homme en le modifiant et en « l'améliorant ». L'être humain risque d'être réduit à ses paramètres génétiques et biochimiques, l'identification d'un individu à son profil. On peut aisément imaginer les crises soulevées par cette accessibilité de l'intime biologique de ce sujet « code-barres » par des organisations extérieures, avec un risque de croisement santé/assurances/employeurs.

Les risques sur la santé et sur l'in-

tégrité humaine se double d'une réflexion nécessaire sur le risque d'une atteinte aux libertés individuelles en raison des possibilités techniques quasi infinies et de la discrétion des nanomatériaux.

La question de la traçabilité, récurrente partout dans le domaine du contrôle social, se pose aussi par l'utilisation contre la personne de nanoparticules reliées à des instruments de surveillance, à l'insu des porteurs (type RFID). Notre envie de profilage des individus - ce dernier étant déjà omniprésent -, pourrait anéantir, de fait, tout respect du droit à la vie privée. Ainsi la traçabilité, une bonne méthode pour connaître la présence des nanoparticules, peut devenir une source d'inquiétude si c'est la personne qui est tracée par leur repérage.

La question essentielle est donc non seulement celle de la nécessité d'une traçabilité, mais aussi celle du contrôle de ceux qui seront en charge de ce repérage. N'est-ce pas créer de l'imprévisible tout en souhaitant, le moment venu, pouvoir le maîtriser, que de fabriquer des objets moléculaires capables de s'auto-assembler ou de se répliquer, et dotés de propriétés leur permettant de s'auto-adapter à leur environnement ? Il faudrait en conséquence produire pour comprendre, avant de produire pour vendre.

### L'urgence d'un débat et d'une régulation

Une citation de Eric K. Drexler, dans son livre *Engines of creation*, résume bien la situation : « Si on développe les technologies des monstres, ne faut-il pas développer en même temps la technologie des cages qui vont avec. »

L'arrivée des nanotechnologies bouleversera les moyens de production, ainsi que tous les domaines de l'existence humaine. Ces techniques peuvent se diffuser dans tous les domaines, elles semblent capables de transformer la matière, le vivant

et l'espèce humaine, leur essor concerne chacun d'entre nous. Il est urgent et capital de mettre en place une régulation : fixer des normes, élaborer des règlements. Cet objectif passe par une mobilisation, à l'échelle nationale et mondiale, et par la mise en place de débats, d'échanges entre les chercheurs, les décideurs et les citoyens. Il faut rompre avec le désintérêt général lié aux questions publiques, et améliorer la qualité de l'information. Sinon, des apprentis-sorciers déclencheront volontairement, dans la nature, des processus qui leur échapperont, non par erreur, mais par dessein.

Malgré les craintes que soulèvent les nanotechnologies à cause de leur risque de toxicité, les citoyens en consomment déjà, des ouvriers les manipulent, et le législateur est à la traîne d'une industrie en pleine expansion. Sachant qu'il s'agit d'un domaine de recherche et de développement qui ambitionne pour une grande part d'agir sur le monde qui nous entoure et pas seulement de le comprendre, l'enjeu éthique consiste à se donner les moyens de réfléchir au sens et à la finalité de la recherche en nanotechnologies. Cette réflexion passe par une interrogation quotidienne : « Dans quel monde voulons-nous vivre demain ? Avec quelle liberté ou quelle dépendance vis-à-vis de notre environnement individuel, naturel et technologique ? Avec quelle frontière entre le naturel et l'artificiel ? » (Jacques Bordé - CNRS) Les nanotechnologies ne sont pas une technologie supplémentaire du contrôle social. Mais, mal encadrées, dans des mains hostiles, elles permettraient par leur hyperminiaturisation, leur invisibilité, une surveillance indétectable des citoyens : mini-caméras de vidéosurveillance, microdromes, RFID invisibles, etc. Il est urgent de s'y préparer. Ne pas dominer les nanotechnologies réduira les droits de l'Homme au néant. ●

### Pour en savoir plus :

- **Comité consultatif national d'éthique pour les sciences de la vie et de la santé : avis n° 96 - Questions éthiques posées par les nanosciences, les nanotechnologies et la santé** (<http://www.ccne-ethique.fr>).
- **Programme national nanosciences-gouvernement** : <http://www.nanomicro.recherche.gouv.fr>.
- **Présentation-exposition nanoscience** : [http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/IMG/doc/textes\\_Expo\\_Nano\\_legere.doc](http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/IMG/doc/textes_Expo_Nano_legere.doc).
- **Agence française de sécurité sanitaire dans l'environnement et le travail** : <http://www.afsset.fr/index.php?pageid=452&newsid=215&MDLCODE=news>.
- **Association grenobloise** : [http://www.piecesetmaindoeuvre.com/IMG/pdf/RFID\\_la\\_police\\_totale.pdf](http://www.piecesetmaindoeuvre.com/IMG/pdf/RFID_la_police_totale.pdf).
- **Commission nationale informatique et libertés** : [http://www.cnil.fr/index.php?id=12&no\\_cache=1](http://www.cnil.fr/index.php?id=12&no_cache=1).
- **Nanotechnologies et santé - CNRS** : <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosnano/>.
- **Cnam Ile-de-France - Que sont les nanosciences** : <http://www.cnanoidf.org/nanosciences-et-societe/nanosciencesidf/que-sont-les-nanos>.
- **Centre de documentation économie-financière du ministère de l'Économie** : <http://www.cedef.bercy.gouv.fr/imprim/imprime.php?url=http%3A//www.cedef.bercy.gouv.fr/synthese/nanotechnologies/synthese.htm>.
- **Union européenne** : <http://ec.europa.eu/geninfo/query/resultaction.jsp?userinput=nanosciences>.